

Rec'd PCT/PTO 09 MAR 2005

10/527238

PCT/JP03/11687

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

12.09.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日      2 0 0 2 年    9 月 1 3 日  
Date of Application:

出 願 番 号      特 願 2 0 0 2 - 2 6 8 5 4 1  
Application Number:

[ST. 10/C] :      [ J P 2 0 0 2 - 2 6 8 5 4 1 ]

REC'D 30 OCT 2003

WIPO      PCT

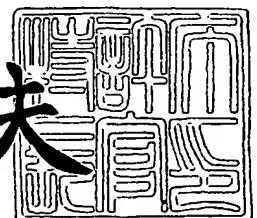
出      願      人  
Applicant(s):      松下電器産業株式会社

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 1 0 月 1 7 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 2171040007

【提出日】 平成14年 9月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 43/08

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式  
                                会社内

    【氏名】 西脇 英謙

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式  
                                会社内

    【氏名】 尾中 和弘

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式  
                                会社内

    【氏名】 林 信和

【特許出願人】

    【識別番号】 000005821

    【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100097445

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

    【識別番号】 100103355

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 坂口 智康

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気抵抗効果素子、この製造方法およびこの使用方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板と、この基板上の一部に形成され所定のパターン形状を有する金属人工格子膜と、前記基板上に前記金属人工格子膜を覆って形成された保護膜とからなり、前記金属人工格子膜を磁性薄膜と金属非磁性薄膜とを重ね合わせたものからなり、前記磁性薄膜は Ni、Fe、Co からなる合金であってその原子数による組成比は Ni が 1 ～ 5 %、Co が 5 0 ～ 9 5 %、残りが Fe であることを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項 2】 磁性薄膜は磁歪が生じていないことを特徴とする請求項 1 記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項 3】 磁性薄膜の原子数による組成比は Ni : Fe : Co = 4 : 6 : 9 0 であることを特徴とする請求項 1 記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項 4】 金属非磁性薄膜は Cu、または Ag のいずれかからなることを特徴とする請求項 1 記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項 5】 基板はセラミックからなることを特徴とする請求項 1 記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項 6】 基板表面の内、金属人工格子膜が形成された面にはガラスグレーズ層が形成されていることを特徴とする請求項 5 記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項 7】 ガラスグレーズ層に含まれる Na<sup>+</sup>イオン、K<sup>+</sup>イオン、Cl<sup>-</sup>イオンの混入量はいずれも 1 0 p p m 以下であることを特徴とする請求項 6 記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項 8】 保護膜は基板及び金属人工格子膜と直接接する第 1 の保護膜と、前記第 1 の保護膜上に形成された第 2 の保護膜とからなり、前記第 1 の保護膜には残留応力が生じておらず、前記第 2 の保護膜は水分を透過させない特性を有する請求項 1、5、6 のいずれかに記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項 9】 第 1 の保護膜は SiO、SiO<sub>2</sub>、SiN、または SiON のいずれかからなり、第 2 の保護膜はポリイミドからなることを特徴とする請求項 8 記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項10】 第1の保護膜を、基板の温度を200℃から250℃にして形成することを特徴とする請求項8または9のいずれかに記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項11】 第1の保護膜に含まれるNa<sup>+</sup>イオン、K<sup>+</sup>イオン、Cl<sup>-</sup>イオンの混入量はいずれも10ppm以下であることを特徴とする請求項8または9のいずれかに記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項12】 Ni、Fe、Coからなる合金であってその原子数による組成比はNiが1～5%、Coが50～95%、残りがFeである磁性薄膜と金属非磁性薄膜とを積層してなる金属人工格子膜が形成された基板の上に、前記金属人工格子膜を覆うように第1の保護膜を残留応力が生じないように形成する工程と、前記第1の保護膜上に水分を透過させない第2の保護膜を形成する工程とを備えた磁気抵抗効果素子の製造方法。

【請求項13】 第1の保護膜を形成する工程は、SiO、SiO<sub>2</sub>、SiN、またはSiONのいずれかをスパッタまたは蒸着によって行い、前記第1の保護膜に残留応力が生じないように、前記第1の保護膜を基板の温度を200℃から250℃にして形成することを特徴とする請求項12記載の磁気抵抗効果素子の製造方法。

【請求項14】 150℃以上の環境で使用することを特徴とする請求項1記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項15】 請求項1記載の磁気抵抗効果素子を150℃以上の環境で使用する磁気抵抗効果素子の使用方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明はセンサ等に用いられている磁気抵抗効果素子、この製造方法およびこの使用方法に関するものである。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

磁気抵抗効果素子は磁界の方向と強さの変化に応じて抵抗値が変化する特性を

有する。このような磁気抵抗効果素子を用いたセンサとしては、例えば、バイアス磁石を接置した磁気抵抗効果素子を直列に接続して電圧を印加し、その中点の電圧の変化を取り出して外部回路により信号処理することにより回転体の回転数を検出する回転検出センサ等が挙げられる。

#### 【0003】

磁気抵抗効果素子としては、ホールICやNi-Fe、Ni-Co等の強磁性体を用いたもの、InSb等の半導体磁気抵抗体を用いたものがあるが、近年、より磁気抵抗効果の大きなものとして数10Åの磁性薄膜と非磁性金属薄膜を交互に積層させた巨大磁気抵抗効果素子（GMR素子）が回転検出センサや位置検出センサに用いられるようになってきた。

#### 【0004】

ここで、巨大磁気抵抗効果素子は、基板上にスパッタリングなどにより磁性薄膜と金属非磁性薄膜とを積層した多層膜からなる金属人工格子膜をフォトリソグラフィ等により所定のパターン形状に形成し、この金属人工格子膜の一端に電圧印加のための電極及び中点電位取り出しのための電極をそれぞれ形成し、さらにこの金属人工格子膜を覆うように保護膜を形成してなる。磁性薄膜と金属非磁性薄膜が適当な厚みの場合、金属非磁性薄膜を介して隣り合う磁性薄膜間に反強磁性結合が働き、このとき磁性薄膜の磁化方向は互いに逆方向となっている。金属人工格子膜に平行に磁界が印加されると、磁性薄膜の磁化の方向は印加された磁界の方向と同じになり、金属人工格子膜の抵抗値は低くなる。

#### 【0005】

このような磁気抵抗効果素子を回転検出センサに用いる場合の動作原理について、以下説明をする。

#### 【0006】

歯車のように周上に凹凸を有する磁性回転体に近接して、ハーフブリッジまたはフルブリッジに組んだ金属人工格子膜及びバイアス磁界を与えるための永久磁石を設置する。このとき、磁性回転体が回転すると永久磁石の磁界の向きが変化するため、金属人工格子膜に印加される磁界の向きや大きさが変化するので金属人工格子膜の抵抗値が変化し、ブリッジの中点の電圧が変化する。この電圧の変

化を外部に接続した処理回路で処理することにより、パルス状の信号として取り出すことができ、これによって回転数を検知することができる。

【0007】

従来の磁気抵抗効果素子の組成については、特許文献1に記載されている。

【0008】

即ち、磁気抵抗効果素子の磁界の変化による抵抗値率を大きくするために、Niを5～40%、Coを30～95%、残りをFeとした強磁性層、およびNiを24～35%、Coを80～90%、残りをFeとした強磁性体とNiを20%以下、Coを80～90%、残りをFeとした強磁性層とを用いた磁気抵抗効果素子が記載されている。

【0009】

また、金属人工格子膜を覆う保護膜に関しては、特許文献2に記載されているようにポリイミドを保護膜として用いた磁気抵抗効果素子が開示されている。

【0010】

さらに、特許文献3にも保護膜にポリイミドを用いた磁気抵抗効果素子が開示されており、ポリイミドと金属人工格子膜間にSiO<sub>2</sub>層を設けることにより、耐侵食性の点で金属人工格子膜を二重に保護することができるとしている。

【0011】

【特許文献1】

特開平8-83937号公報

【特許文献2】

特開2001-203407号公報

【特許文献3】

特開平10-326919号公報

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

近年、自動車のエレクトロニクス制御化という技術動向の中、発明者らは、磁気抵抗効果素子を、これら自動車の各種制御用のためのセンサに用いることを考えた。

## 【 0 0 1 3 】

ここで、自動車の車内やエンジンルームは夏場などには非常に高温となることが知られているが、自動車用途の磁気抵抗効果素子にはこのような環境下での使用が求められる。

## 【 0 0 1 4 】

しかし、発明者らは、従来の磁気抵抗効果素子において、室温では得られていた磁気抵抗変化率が高温下では大幅に低下するということを知った。また、従来の磁気抵抗効果素子を高温下で長時間保存あるいは使用等をする、その抵抗値が経時変化することを知った。このように高温下で磁気抵抗変化率が大幅に低下したり、抵抗値が経時変化する磁器抵抗効果素子では自動車用等に用いることはできない。

## 【 0 0 1 5 】

また、保護膜にも耐熱性が要求されるが、従来技術に用いられているポリイミドは耐熱性に優れる樹脂であるので、耐熱性の点からは問題がない。しかし、発明者らは、ポリイミドを保護膜として用いた場合には、ヒステリシスが生じないよう磁歪が 0 となる条件で金属人工格子膜を形成したにもかかわらず、磁気抵抗効果素子としてヒステリシスが生じ所望の磁気抵抗変化が得られないという課題があることを知った。この原因について調査したところ、ポリイミドの硬化時に残留応力が生じ、金属人工格子膜がこれの影響を受けていることが判った。ここで、前述の特許文献 3（特開平 1 0 - 3 2 6 9 1 9 号公報）によればポリイミドの厚みを変化させることによって、金属人工格子膜に対する応力を変化させることが可能であるとの記載があるが、平面状の基板の全面ではなく一部に金属人工格子膜がある場合に、ポリイミドの厚みを調整することによって金属人工格子膜の残留応力を 0 にすることは困難であった。これは、金属人工格子膜の端部におけるポリイミドの厚みと残留応力との関係は単純ではないことが関係していると思われる。

## 【 0 0 1 6 】

同様に、金属人工格子膜を単純に  $\text{SiO}_2$  で覆い、これをさらにポリイミドで覆う構成にしても金属人工格子膜にヒステリシスが生じ、所望の磁気抵抗変化が



得られなかった。

【0017】

本発明は上記従来の磁気抵抗効果素子の課題を少なくとも一つ解決するものであり、耐熱性に優れた磁気抵抗効果素子を提供するものである。

【0018】

【課題を解決するための手段】

本発明の請求項1に記載の磁気抵抗効果素子は、基板と、この基板上の一部に形成され所定のパターン形状を有する金属人工格子膜と、前記基板上に前記金属人工格子膜を覆って形成された保護膜とからなり、前記金属人工格子膜を磁性薄膜と金属非磁性薄膜とを重ね合わせたものからなり、前記磁性薄膜はNi、Fe、Coからなる合金であってその原子数による組成比はNiが1～5%、Coが50～95%、残りがFeであることを特徴とする磁気抵抗効果素子であって、高温下においても室温と同等の抵抗値変化率が得られ、また金属人工格子膜の特性が経時変化しないという作用を得ることができる。この要因には、高温下において生ずるNiの拡散の影響を減少させることができた為ではないかと考えられる。

【0019】

本発明の請求項2に記載の磁気抵抗効果素子は、磁性薄膜は磁歪が生じていないことを特徴とする請求項1に記載の磁気抵抗効果素子であって、磁歪が生じていないので磁性薄膜に起因するヒステリシスが生じないという作用を得ることができる。

【0020】

本発明の請求項3に記載の磁気抵抗効果素子は、磁性薄膜の原子数による組成比はNi:Fe:Co=4:6:90であることを特徴とする請求項1に記載の磁気抵抗効果素子であって、耐熱性に優れた磁性薄膜に起因するヒステリシスも生じないという作用を得ることができる。

【0021】

本発明の請求項4に記載の磁気抵抗効果素子は、金属非磁性薄膜はCu、またはAgのいずれかからなることを特徴とする請求項1に記載の磁気抵抗効果素子で

あって、十分な出力および抵抗変化率が得られるという作用を得ることができる。

#### 【0022】

本発明の請求項5に記載の磁気抵抗効果素子は、基板はセラミックからなることを特徴とする請求項1に記載の磁気抵抗効果素子であって、安価で高温下での使用に適するという作用を得ることができる。

#### 【0023】

本発明の請求項6に記載の磁気抵抗効果素子は、基板表面の内、金属人工格子膜が形成された面にはガラスグレーズ層が形成されていることを特徴とする請求項5に記載の磁気抵抗効果素子であって、セラミック基板の表面平滑性を特に気にすることなく製造ができるという作用を得ることができる。

#### 【0024】

本発明の請求項7に記載の磁気抵抗効果素子は、ガラスグレーズ層に含まれるNa<sup>+</sup>イオン、K<sup>+</sup>イオン、Cl<sup>-</sup>イオンの混入量はいずれも10ppm以下であることを特徴とする請求項6に記載の磁気抵抗効果素子であって、これらのイオン混入による金属人工格子膜の抵抗値及び磁気特性の変化を防止するという作用を得ることができる。

#### 【0025】

本発明の請求項8に記載の磁気抵抗効果素子は、保護膜は基板及び金属人工格子膜と直接接する第1の保護膜と、前記第1の保護膜上に形成された第2の保護膜とからなり、前記第1の保護膜には残留応力が生じておらず、前記第2の保護膜は水分を透過させない特性を有する請求項1、5、6のいずれかに記載の磁気抵抗効果素子であって、耐熱性、及び耐侵食性に優れ、第1の保護膜に起因するヒステリシスが生じないという作用を得ることができる。

#### 【0026】

本発明の請求項9に記載の磁気抵抗効果素子は、第1の保護膜はSiO<sub>2</sub>、SiO<sub>2</sub>、SiN、またはSiONのいずれかからなり、第2の保護膜はポリイミドからなることを特徴とする請求項8に記載の磁気抵抗効果素子であって、耐熱性、耐侵食性に優れ、第1の保護膜に起因するヒステリシスが生じないという点にお

いてより好ましいという作用を得ることができる。

【0027】

本発明の請求項10に記載の磁気抵抗効果素子は、第1の保護膜を、基板の温度を200℃から250℃にして形成することを特徴とする請求項8または9のいずれかに記載の磁気抵抗効果素子であって、耐熱性、及び耐侵食性に優れ、第1の保護膜に起因するヒステリシスが生じないという作用を得ることができる。

【0028】

本発明の請求項11に記載の磁気抵抗効果素子は、第1の保護膜に含まれるNa<sup>+</sup>イオン、K<sup>+</sup>イオン、Cl<sup>-</sup>イオンの混入量はいずれも10ppm以下であることを特徴とする請求項8または9のいずれかに記載の磁気抵抗効果素子であって、これらのイオン混入による金属人工格子膜の抵抗値及び磁気特性の変化を防止するという作用を得ることができる。

【0029】

本発明の請求項12に記載の磁気抵抗効果素子の製造方法は、Ni、Fe、Coからなる合金であってその原子数による組成比はNiが1～5%、Coが50～95%、残りがFeである磁性薄膜と金属非磁性薄膜とを積層してなる金属人工格子膜が形成された基板上に、前記金属人工格子膜を覆うように第1の保護膜を残留応力が生じないように形成する工程と、前記第1の保護膜上に水分を透過させない第2の保護膜を形成する工程とを備えた磁気抵抗効果素子の製造方法であって、耐熱性及び耐侵食性に優れ、少なくとも第1の保護膜に起因するヒステリシスが生じない磁気抵抗効果素子を得ることができる。

【0030】

本発明の請求項13に記載の磁気抵抗効果素子の製造方法は、第1の保護膜を形成する工程は、SiO、SiO<sub>2</sub>、SiN、またはSiONのいずれかをスパッタまたは蒸着によって行い、前記第1の保護膜に残留応力が生じないように、前記第1の保護膜を基板の温度を200℃から250℃にして形成することを特徴とする請求項12に記載の磁気抵抗効果素子の製造方法であって、簡単な工程により耐侵食性に優れ、少なくとも第1の保護膜に起因するヒステリシスが生じない磁気抵抗効果素子を得ることができる。

## 【0031】

本発明の請求項14に記載の磁気抵抗効果素子は、150℃以上の環境で使用することを特徴とする請求項1に記載の磁気抵抗効果素子であって、高温下においても室温と同等の抵抗値変化率が得られ、また、金属人工格子膜の特性の経時変化がないという作用を得る。

## 【0032】

本発明の請求項15に記載の磁気抵抗効果素子の使用方法は、請求項1に記載の磁気抵抗効果素子を150℃以上の環境で使用する磁気抵抗効果素子の使用方法であって、高温下でも磁気抵抗変化率の低下が極めて少なく使用することかできるという作用を得る。

## 【0033】

## 【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態について図1から図2を用いて説明をする。ここで、図1は本発明の実施の形態の磁気抵抗効果素子の断面図、図2は本発明の実施の形態の磁気抵抗効果素子の主要部の断面図である。

## 【0034】

図1から図2において、1はアルミナ等からなる板状の基板であり、2は基板1の一方の面に形成されたガラスグレーズ層でありその厚みを20 $\mu$ mとしている。3は基板1のガラスグレーズ層2上に設けられた外部出力の取り出し用電極であり、NiCr等からなる。4はガラスグレーズ層2上に設けられた金属人工格子膜で取り出し用電極3と電氣的に接続している。5は金属人工格子膜4を覆ってガラスグレーズ層2上に形成された第1の保護膜であり、SiO、SiO<sub>2</sub>、SiN、またはSiONから選択された一の材料からなる。また、第1の保護膜5は残留応力が生じないように形成されている。6は第1の保護膜5上に形成されており、ポリイミドからなる第2の保護膜である。7はNi、Fe、Coの合金からなる磁性薄膜であり、その組成比は原子数割合でCoが50%～95%、Niが1%～5%である。好ましくはNiが1%～4%がよい。また、この組成比は磁歪が生じないように設定することが好ましい。さらに好ましくは、Ni：Fe：Co＝4：6：90の原子数組成比がよい。この組成比であれば、磁歪

、磁気抵抗変化率、耐熱性の点でバランスがとれたものとなるからである。8はCuからなる金属非磁性薄膜であり、磁性薄膜7と金属非磁性薄膜8とは積層され金属人工格子膜4を形成する。説明のため、図2においては磁性薄膜7と金属非磁性薄膜8との積層数は2層で表しているが、3層以上であってもよく、磁気抵抗変化率の点からは10層程度が望ましい。尚、金属非磁性薄膜8はCuの代わりにAgを用いることもできる。

#### 【0035】

次に本実施の形態の磁気抵抗効果素子の製造方法について説明する。

#### 【0036】

基板1の表面に印刷によるガラスグレーズを塗布しこれを焼成してガラスグレーズ層2を形成する。

#### 【0037】

次にガラスグレーズ層2上に取り出し用電極3を所定のパターン形状にマスク蒸着により形成する。なお、取り出し用電極3のパターン形状が複雑な場合は、マスクを用いずに全面に取り出し用電極を蒸着した後、レジスト塗布、露光、現像後イオンミリング等によって所定のパターン形状を得る方法でもよい。また、取り出し用電極はスパッタにより形成してもよい。

#### 【0038】

次にガラスグレーズ層2上に取り出し用電極3と重なるように磁性薄膜7および金属非磁性薄膜8をスパッタにより交互に積層する。積層数は全部で10層程度があれば十分な磁気抵抗変化を得ることができる。この積層体が金属人工格子膜4を形成する。ここで、金属人工格子膜4はガラスグレーズ層2上の全面に形成されるのではなく、所定のパターン形状に形成されなければならない。この方法は、磁性薄膜7および金属非磁性薄膜8を形成する際に所定のパターン形状にこれらの薄膜が形成されるようにマスクをする方法や、一度ガラスグレーズ層2上に磁性薄膜7および金属非磁性薄膜8の積層体を形成した後に、エッチング等で不要部分を除去して所定のパターン形状を得る方法がある。また、金属人工格子膜4上にレジストを塗布し、露光し、現像した後イオンミリングによって所定のパターン形状を得る方法でもよい。

## 【 0 0 3 9 】

次にスパッタにより  $\text{SiO}_2$  を形成する。この時、基板の温度を  $200^\circ\text{C}$  から  $250^\circ\text{C}$  にすることにより、内部の残留応力が除去された  $\text{SiO}_2$  からなる第 1 の保護膜 5 を得ることができる。

## 【 0 0 4 0 】

次に第 1 の保護膜 5 上にポリイミド樹脂をスピンコートにより塗布し、 $300^\circ\text{C}$  で加熱して硬化させることにより第 2 の保護膜 6 を得る。

## 【 0 0 4 1 】

以上のように構成され、製造された磁気抵抗効果素子の動作について説明する。金属人工格子膜 4 は加わった磁界の向きとその大きさによって、電気抵抗値が変わるという特性を有している。従って被検出部材の位置によって磁界の向きや、磁界の大きさを変えるようにすると、被検出部材の位置に応じて金属人工格子膜 4 の電気抵抗値が変わるので、被検出部材の位置検出が可能となる。

## 【 0 0 4 2 】

実際の使用にあたっては、金属人工格子膜 4 を単体で使用するのではなく、無磁界状態での抵抗値のバラツキや、温度による抵抗値変位化等を考慮して、4 つ以上の金属人工格子膜 4 をブリッジ回路状に電氣的に接続して用いられる。または、2 つの金属人工格子膜 4 を直列に接続し、中点電位を取り出すハーフブリッジ回路にしてもよい。

## 【 0 0 4 3 】

図 3 は、金属人工格子膜 4 を用いたブリッジ回路である。図 3 において、3 a、3 b、3 c、3 d はいずれも取り出し用電極であり、4 a、4 b、4 c、4 d はいずれも金属人工格子膜である。このブリッジ回路は磁気抵抗効果素子内に形成されており、ガラスグレーズ層 2 上に金属人工格子膜 4 を 4 つ配置させておき、これらを所定の配線パターンで電氣的に接続すればよい。

## 【 0 0 4 4 】

ここで、 $\text{SiO}_2$  はその形成時に通常圧縮応力を生じるものであるが、形成時に基板温度を  $200^\circ\text{C}$  から  $250^\circ\text{C}$  にすることにより、残留応力を 0 にすることができる。従って、金属人工格子膜 4 へ加わる応力を 0 にすることができ、保護

膜に起因するヒステリシスの発生を防止できる。尚、ここで「応力を0にする」と記載したが、これは実用上応力を無視できる程度の大きさ、という意味で用いている。

【0045】

また、第2の保護層6はポリイミドからなり、ポリイミドは耐熱性および耐湿性に優れた材料であるので、自動車等の高温、多湿な環境においても金属人工格子膜4を十分に保護し得る。

【0046】

なお、ポリイミドからなる第2の保護膜6の硬化時には、ポリイミドが応力を生じさせるが、この応力は第1の保護膜5が吸収するので、金属人工格子膜4には殆ど影響を与えない。

【0047】

尚、本実施の形態において、基板1にはセラミックであるアルミナを用いたが、シリコンを用いることもできる。ただし、シリコンは絶縁材ではないので特に自動車等高温で使用する場合には、基板の抵抗値が下がることにより磁気抵抗効果が劣化するため、絶縁層を設ける必要がある。この点、アルミナを用いれば、ガラスグレーズ層を設けるだけですみ、ガラスグレーズ層を有するアルミナが安価であることから経済性に優れる。

【0048】

さらに、基板1にアルミナのような剛体を用いることで、使用時に基板1に外力が加わっても、基板1がその外力を吸収し、金属人工格子膜に応力が発生することを防止できる。尚、ここで、「剛体」とは「可撓体」に対する用語として用いており、通常の使用時の外力に対する内部変形が実用上無視できる程度に小さいものを意味するものである。

【0049】

また、ガラスグレーズ層2の厚みは20 $\mu$ mとしているが、これに拘束されるものではない。PCBT試験を温度121℃、湿度80%、2気圧の高温多湿の環境下で行うと10 $\mu$ m以上の厚みであれば大きな抵抗値変化率を得ることがわかった。しかしガラスグレーズ層2の厚みが厚すぎると生産性が低下し、応力が

大きくなり基板 1 を反らしてしまうので、厚みの上限を  $40\ \mu\text{m}$  とするのが好ましい。製造でのバラツキ等を考慮すると  $20\ \mu\text{m}$  程度が好ましい。

#### 【0050】

また、ガラスグレーズ層 2 が含有する  $\text{Na}^+$  イオン、 $\text{K}^+$  イオン、 $\text{Cl}^-$  イオンは特に高温下においては金属人工格子膜中に移動し、金属人工格子膜中の元素と結合することによって、その特性を変化させてしまうことが判った。これらの含有量は  $10\ \text{ppm}$  以下にすれば、実用上問題がない。

#### 【0051】

さらに、第 1 の保護膜 5 が含有する  $\text{Na}^+$  イオン、 $\text{K}^+$  イオン、 $\text{Cl}^-$  イオンにおいても特に高温下においては金属人工格子膜中に移動し、金属人工格子膜中の元素と結合することによって、その特性を変化させてしまうことが判った。これらの含有量は  $10\ \text{ppm}$  以下にすれば、実用上問題がない。

#### 【0052】

以上のように、本実施の形態の磁気抵抗効果素子は、自動車等の高温多湿な環境下でも使用が可能であり、 $150^\circ\text{C}$  以上の環境でも使用することができる。

#### 【0053】

##### 【発明の効果】

以上のように、本発明の磁気抵抗効果素子は、基板と、この基板上の一部に形成され所定のパターン形状を有する金属人工格子膜と、前記基板上に前記金属人工格子膜を覆って形成された保護膜とからなり、前記金属人工格子膜は磁性薄膜と金属非磁性薄膜とを重ね合わせたものからなり、前記磁性薄膜は  $\text{Ni}$ 、 $\text{Fe}$ 、 $\text{Co}$  からなる合金であってその原子数による組成比は  $\text{Ni}$  が  $1\sim 5\%$ 、 $\text{Co}$  が  $50\sim 95\%$ 、残りが  $\text{Fe}$  であることにより、耐熱性、及び耐侵食性に優れるという効果を奏するものである。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明の実施の形態の磁気抵抗効果素子の断面図

##### 【図 2】

本発明の実施の形態の磁気抵抗効果素子の主要部の断面図



## 【図 3】

本発明の実施の形態の金属人工格子膜を用いたブリッジ回路を示す図

## 【符号の説明】

- 1 基板
- 2 ガラスグレーズ層
- 3 取り出し用電極
- 4 金属人工格子膜
- 5 第 1 の保護膜
- 6 第 2 の保護膜
- 7 磁性薄膜
- 8 金属非磁性薄膜



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 金属人工格子膜からなる磁気抵抗効果素子において、自動車等の高温多湿の環境下でも、磁気抵抗特性の経時変化を防止することを目的とする。

【解決手段】 金属人工格子膜 4 において、磁性薄膜 7 の組成を原子数割合で Ni を 1 ～ 5 %、Co を 5 0 ～ 9 5 %、残りを Fe とすることにより、磁気抵抗特性の経時変化を防止することができる。さらに、保護膜として、残留応力が生じていない SiO<sub>2</sub> 等からなる第 1 の保護膜 5 と水分を透過させないポリイミド等からなる第 2 の保護膜 6 との 2 層を形成することにより、耐熱、耐湿に優れるとともに、ヒステリシスが生じない磁気抵抗効果素子を得ることができる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 2 6 8 5 4 1

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 8 2 1 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社